

DEKORP RESEARCH GROUP

Konzept der Integrierten Seismik Oberpfalz 1989

Feldarbeiten

In Bezug auf die Ergebnisse der vorangegangenen seismischen Untersuchungen in der Oberpfalz wird auf die kürzlich erschienene Publikation der DEKORP Research Group verwiesen (J. Geophys., 62, 69-101, 1988).

Für das Jahr 1989 ist an der KTB-Lokation bei Windisch-Eschenbach (Abb. 1) die Durchführung eines umfangreichen seismischen Meßprogramms geplant. Ziel ist es, in dem Zeitraum zwischen Vor- und Hauptbohrung unter Einbeziehung vielfältiger Messungen im Bohrloch in unterschiedlicher Tiefe das nähere und mittlere Umfeld der Lokation zu untersuchen. Kernstück ist dabei ein 3D-seismisches Projekt nach den modernsten steilwinkelseismischen Verfahren auf einer quadratischen Fläche mit einer Kantenlänge von ca. 20 km. Die Ergebnisse sollen die Einordnung der bisher durch die Reflexionsseismik DEKORP/KTB-Oberpfalz 1985 bekannten Strukturen am Bohrpunkt sowie eine Verfolgung dieser Elemente in den Raum ermöglichen. Weiterhin ist die Vermessung zweier sich kreuzender weitwinkelseismischer Linien geplant, die besonders auf die räumliche Erfassung des sog. Erbdorfkörpers ausgerichtet sind. Dieser wurde mit der weitwinkelseismischen Methode bisher nur auf einem ebenfalls 1985 vermessenen Begleitprofil zu DEKORP 4 detailliert erfaßt. Beide Verfahren ergänzen sich hinsichtlich der Auflösung im jeweils angestrebten Zieltiefenbereich. Die seismischen Anregungen werden im Bohrloch für Zwecke der Geschwindigkeits- und Strukturanalyse mitregistriert.

Für eine detaillierte Analyse des Geschwindigkeitsfeldes an der Lokation soll ein sog. 3D-Expanding-Spread ausgeführt werden, bei dem jeweils die Anregungspunkte der 3D-Seismik in symmetrischem Abstand zum Bohrloch von einer zusätzlichen Meßapparatur aufgezeichnet werden.

Zur Untersuchung der petrologischen und Anisotropie-Eigenschaften im Bohrbereich sind verschiedene vertikalseismische Profile (VSP's) in der Bohrung mit Longitudinal- und Scherwellen-Anregung geplant, zum Teil mit variablem Offset des Anregungspunktes (sog. MSP's) und ein steilwinkelseismisches Profilkreuz mit Scherwellen-anregung.

Die feldseismischen Untersuchungen, die teilweise erhebliche Neuerungen darstellen, werden als DEKORP-Projekt durchgeführt und deshalb von der DEKORP-Projektleitung im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung und der DEKORP-Steuerungsgruppe in Zusammenarbeit mit der KTB-Projektleitung koordiniert werden. Ihre Anordnung ist in Abb. 2 und 3 dargestellt, weiterhin als Beispiel für eine VSP-Messung ein Seismogramm in Abb. 4 und ein idealisierter Strahlengang in Abb. 5.

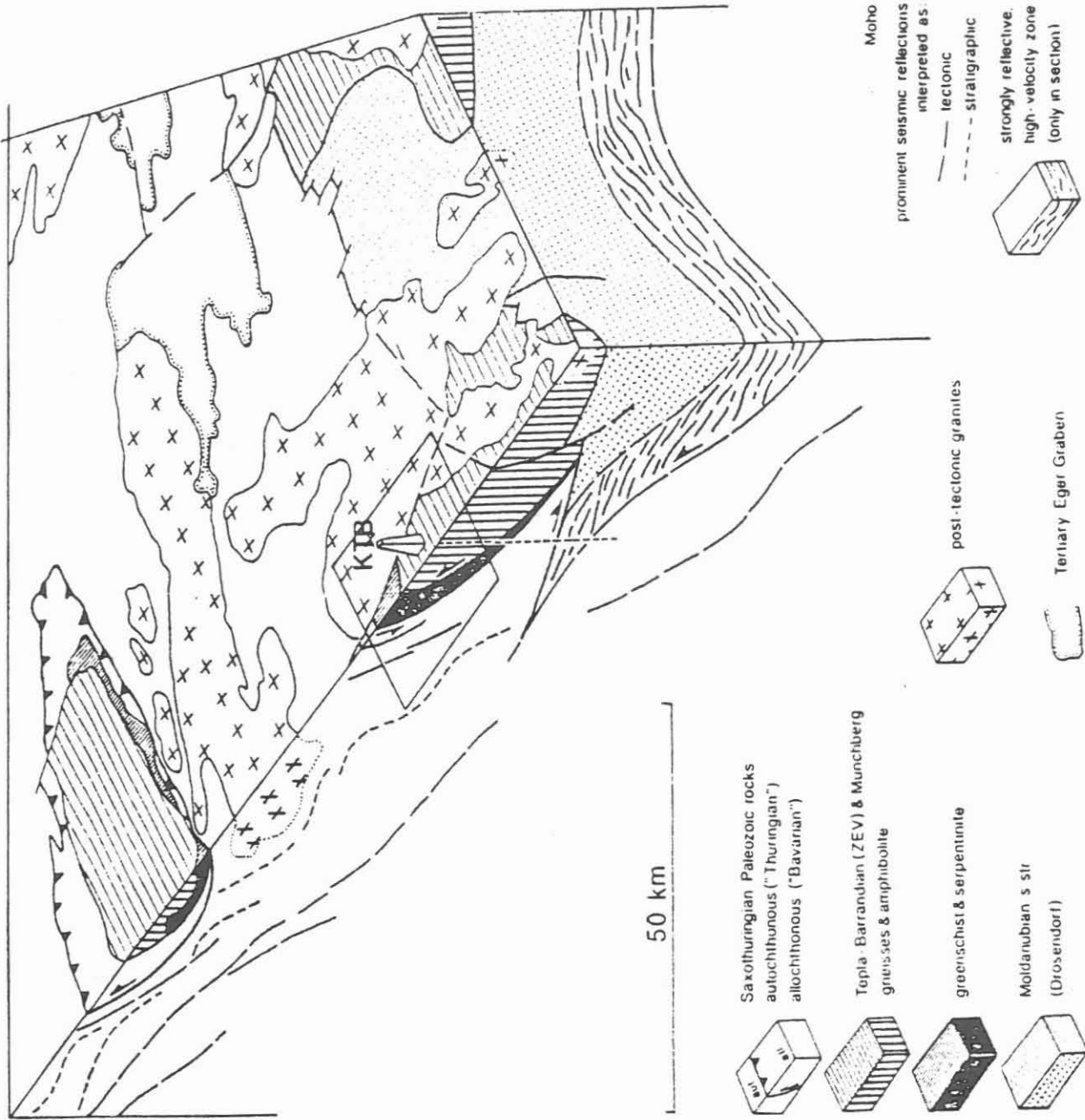
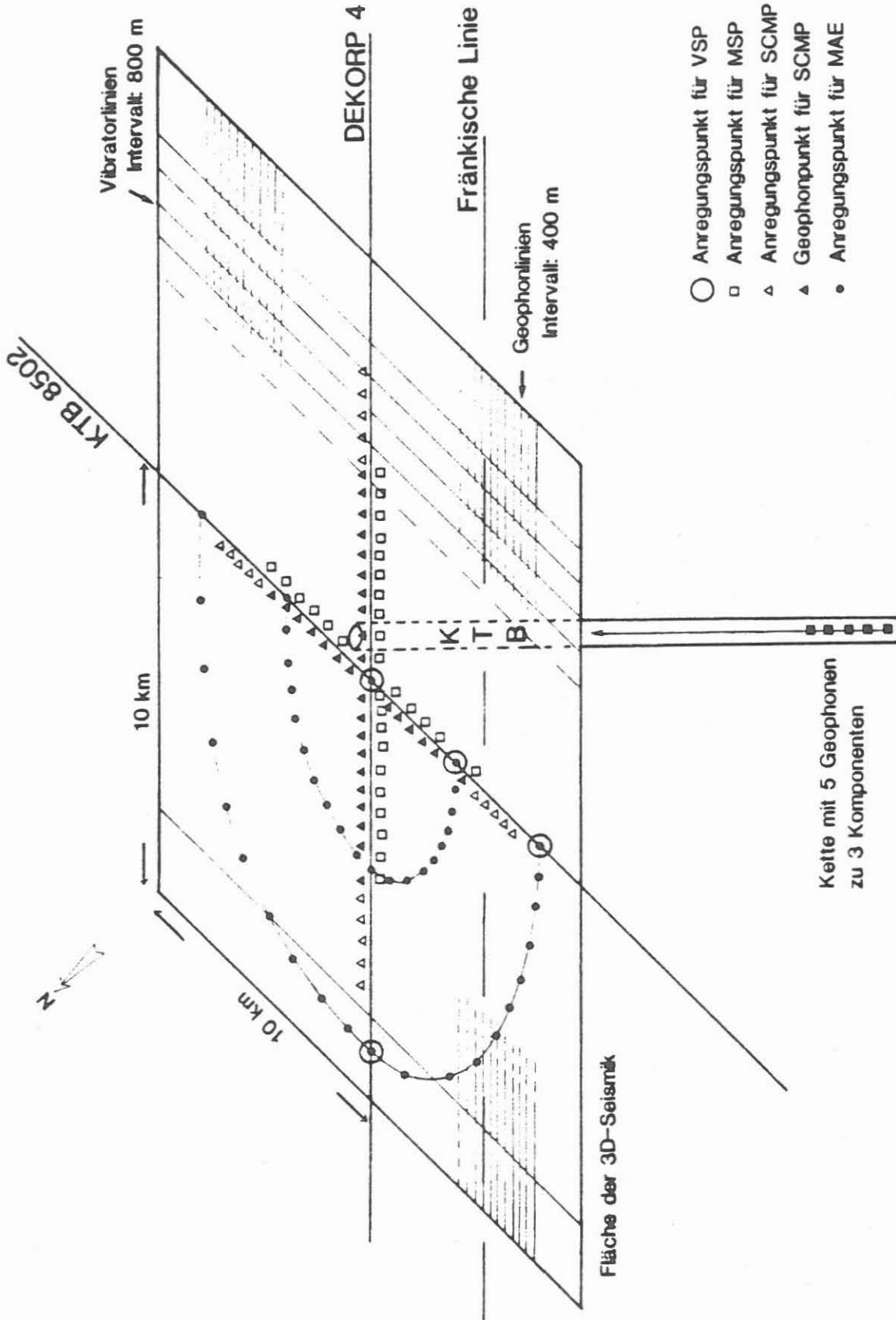


Abb. 1: Geologisch-tektonisches Blockbild im KTB-Umfeld nach FRANKE (Das Maßgebiet der 3D-Seismik ist durch Umrandung gekennzeichnet).



- Anregungspunkt für VSP
- Anregungspunkt für MSP
- △ Anregungspunkt für SCMP
- ▲ Geophonpunkt für SCMP
- Anregungspunkt für MAE

VSP =: Vertikalseismisches Profil
 MSP =: Multi-Offset vertikalseismisches Profil
 SCMP =: Common-Midpoint Profil mit Scherwellenanregung
 MAE =: Multi-Azimuth Experiment

Abb. 2: Aufstellungsschema zu den Feldmessungen von 3D-Seismik, VSP, MSP, SCMP und MAE.

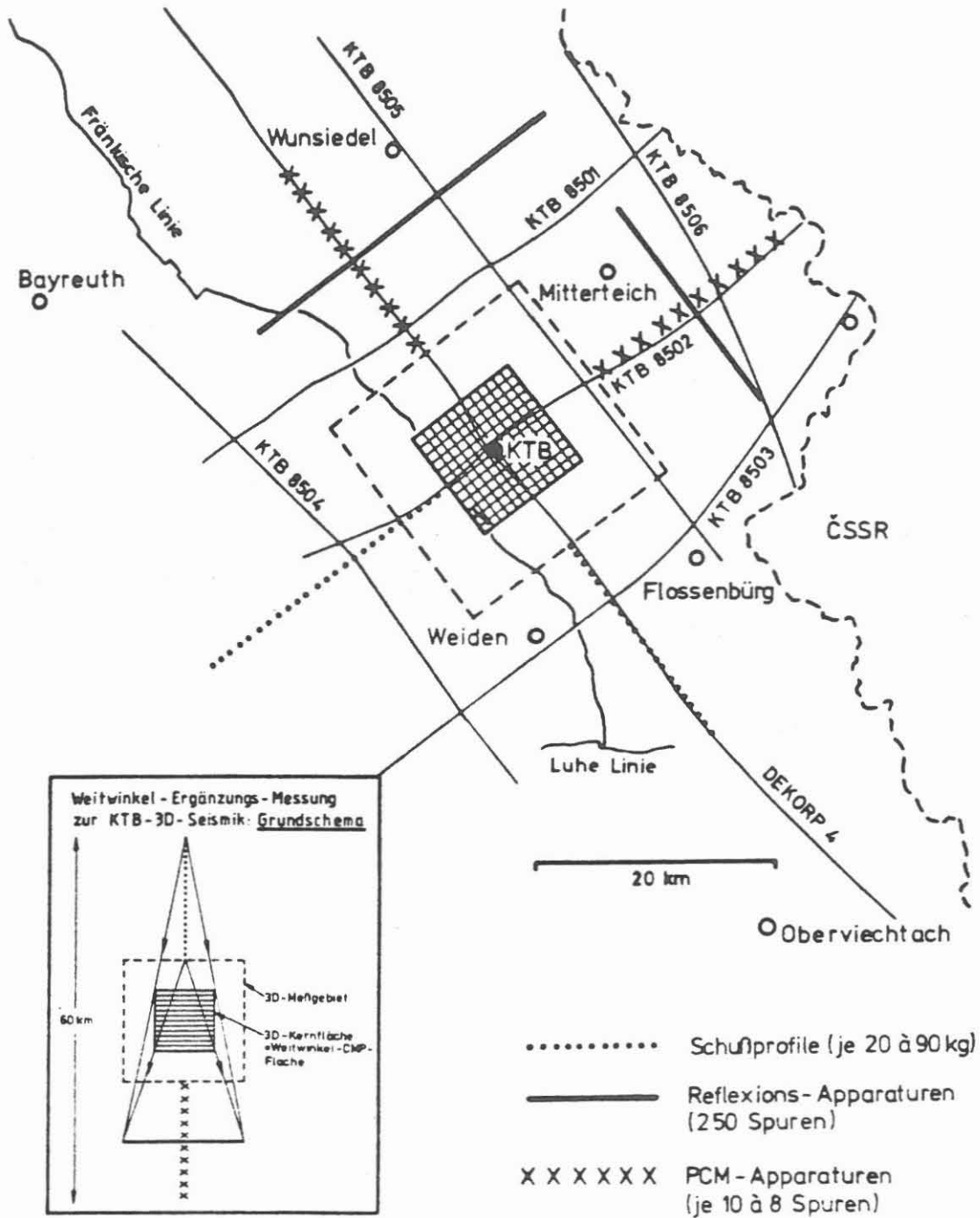


Abb. 3: Aufstellungsschema zu den Feldmessungen der Weitwinkelseismik. Im Kasten: Grundschemata, das sowohl in NW/SE- als auch in NE/SW-Richtung angewendet werden soll. Die überdeckte Fläche schließt die der 3D-Seismik ein.

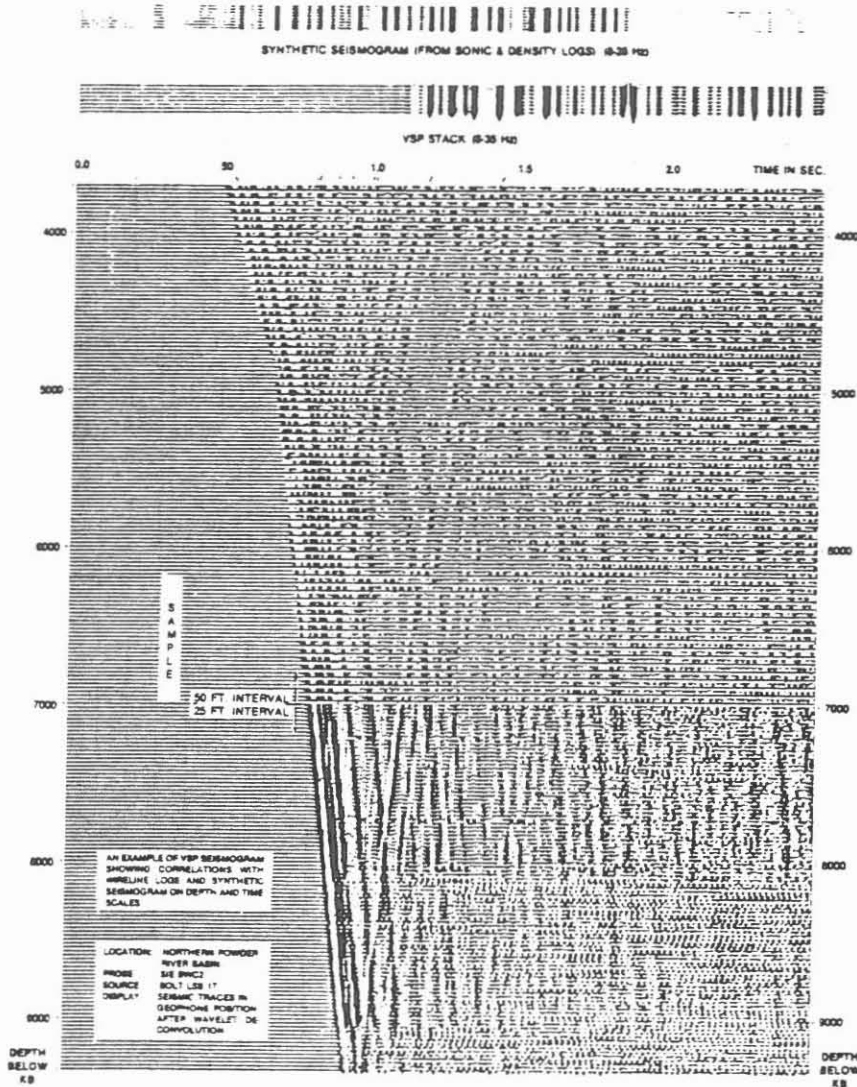


Abb. 4: Seismogramm einer VSP-Messung (aus: Compagnie Generale de Geophysique. Techn. Series No. 529.83.02).

Methodische Entwicklungen und Bearbeitung der Experimente

Eine große Anzahl von Vorbereitungs- und Auswertungsprogrammen, sowie methodischen Untersuchungen werden von verschiedenen geophysikalischen Hochschulinstituten in enger Kooperation durchgeführt.

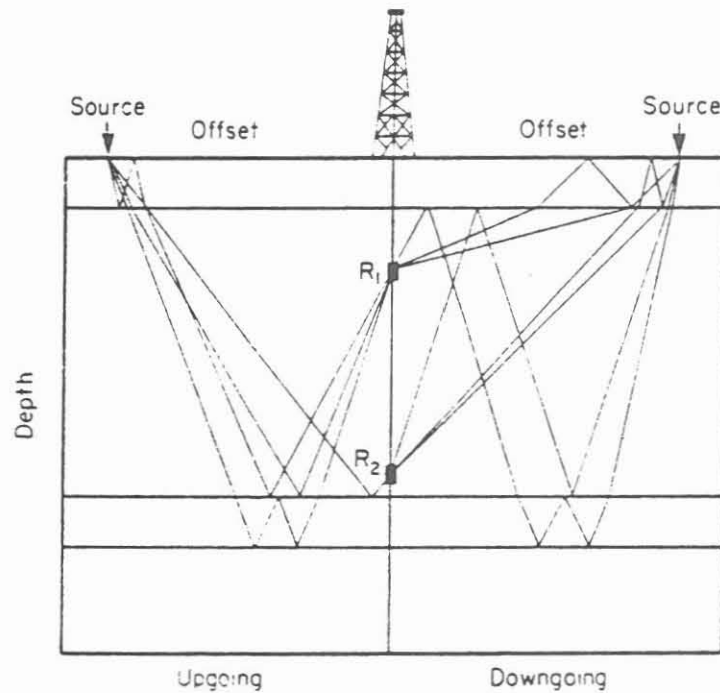


Abb. 5: Strahlenwegeschema einer VSP-Messung, getrennt nach auf- und abwärtsgerichteter Strahlenausbreitung (aus: CASSEL, 1984).

Institut für Geophysik, Bochum

Es sollen parallel zu DEKORP 4 und KTB 8502 zwei Moving-Source-Profile (MSP) über die Bohrung gelegt werden (Geophonabstand in der Bohrung und Vibratorpunktintervall an der Oberfläche sollen je 100 m betragen). Ausgehend vom Bohrlochtiefsten soll eine Strecke von 3000 m in der Bohrung vermessen werden. Die Bearbeitung soll zusammen mit dem Institut für Geophysik der Westfälischen Berggewerkschaftskasse (WBK) erfolgen. Ziele sind die:

- Überprüfung der aus der 3D-Seismik und dem 3D-Expanding-Spread ermittelten Geschwindigkeitsstruktur
- Korrelation und Positionsverbesserung der Reflexionen von liegenden Strukturen mit besonderer Konzentration auf den postulierten Erbdorf-Körper
- Vorstudie für ein Konzept der in der Tiefbohrung geplanten MSP-Messungen.

Die MSP-Profile stellen eine wichtige Ergänzung zur Weitwinkelseismik dar, die eine größere Zieltiefe beinhaltet. Sie stellen außerdem ein Bindeglied zwischen der Oberflächenseismik und dem eindimensionalen Sonic-log dar.

Institut für Geophysik, Clausthal

Hierbei handelt es sich um wichtige Entwicklungen zur Vorbereitung der 3D-Seismik. Deshalb müssen die Arbeiten auch bereits Anfang 1988 beginnen. Das Programm umfaßt die:

- Erstellung eines 3D-Datenblocks aus den vorhandenen Daten längs DEKORP 4 und KTB 8503 (Würfel mit 1000 m Kantenlänge und durchschnittlich neunfacher Überdeckung) sowie Bearbeitung dieser Daten und Testen aller 3D-Prozesse als Vorbereitung für die 3D-Seismik
- Berechnung von statischen Korrekturen aus VSP-Messungen und Nutzung für die 3D-Seismik durch Umkehrung des Strahlenweges.
- Übertragung eines neu entwickelten automatischen dynamischen Korrekturverfahrens von 2D auf 3D unter Berücksichtigung einer azimuthal veränderlichen Geschwindigkeitsverteilung.
- Erweiterung des Dip-Moveout-Verfahrens (DMO) auf 3D, um die beträchtliche Verschmierung der Untergrundpunkte im tieferen Kristallin korrekt zu berücksichtigen. Dies ist auch ein aktuelles Forschungsprojekt der Industrie, gegenwärtig jedoch noch nicht erhältlich.
- Vorbereitungen für das 3D-Expanding-Spread zur räumlichen Geschwindigkeitsanalyse (Kernstück eines "Seismischen Mohole").

Geophysikalisches Institut, Karlsruhe

Das Arbeitsprogramm beinhaltet im wesentlichen Entwicklungen zur Modellrechnung und zu einer präzisierten Erfassung der statischen Korrekturen, nämlich die:

- Tomographische Auswertung von Ersteinsatzlaufzeiten bei der 3D-Reflexionsseismik und detaillierte Erfassung aller Unterlagen, aus denen das Feld der statischen Korrekturen errechnet werden kann.
- Modellierung von VSP-Messungen mit variablem Offset
- Vollständige 2D synthetische Seismogramme nach dem Finiten-Differenzen-Verfahren
- 3D-Gauß-Strahl-Modellierung

Institut für Geophysik, Kiel

Die Arbeiten beinhalten die:

- Untersuchung der Geschwindigkeits- und Reflektivitätsverteilung für S-Wellen im Bereich der KTB-Lokation, um durch Vergleich mit den Resultaten der P-Wellen-Untersuchungen Aussagen über die petrologische Beschaffenheit machen zu können.
- Abschätzung der Erfolgsaussichten für ein späteres steilwinkelseismisches Experiment mit Scherwellen entlang der Linie KTB 8502.

- Erste Untersuchungen zur Erkundung seismischer Anisotropie im Bereich der KTB-Lokation, um daraus Rückschlüsse auf die Orientierung möglicher Bruchsysteme oder Spannungszustände in der Kruste ziehen zu können.

Institut für Allgemeine und Angewandte Geophysik, München

Hier werden weitwinkelseismische Messungen durchgeführt und ausgewertet zur Untersuchung der lateralen Ausdehnung und der Feinstruktur des "Erbendorfkörpers" in seiner Eigenschaft als Weitwinkelreflektor (s. Abb. 3). Dabei werden neuentwickelte Verfahren angewendet, die sich bereits bei den Begleituntersuchungen zu DEKORP/KTB-Oberpfalz 1985 bewährt haben.

Processing

3D-Seismik

Das Processing des 3D-Datenmaterials wird am DEKORP-Processing-Center (DPC) im Institut für Geophysik der Universität Clausthal durchgeführt werden (Abb. 6). Dabei wird die erforderliche Migration nach der Finite-Differenzen-Methode (FD) im Zwei-Schritt-Verfahren am neuen Universitätsrechner und gegebenenfalls auch an der neuen Rechanlage der Universität Göttingen erfolgen. Die 3D-Migration des engeren Bohrlochumfeldes soll Ende 1990 und der komplette migrierte Datenblock im März 1991 vorliegen. Damit ist es möglich, sich in Form von beliebigen Horizontal- und Vertikal-schnitten ein genaues räumliches Bild zu erstellen (Abb. 7). Für die Bearbeitung liegt ein detaillierter Zeitplan vor, da die Ergebnisse dringend für die Festlegung der Probennahme in der Hauptbohrung benötigt werden.

Das DPC hat durch die Bearbeitung zahlreicher DEKORP-Profile mit einem hohen Qualitätsstandard insbesondere in den Kristallingebieten von Oberpfalz und Schwarzwald einen fundierten Erfahrungsschatz und eine geeignete Hard- und Softwareausstattung erworben.

Preprocessing der Bohrlochdaten

Das Preprocessing aller im Bohrloch gewonnen Daten soll einheitlich durchgeführt werden. Wegen der Bedeutung des Materials sollen alle Bänder nach der standardisierten Vorbearbeitung an einem Ort verfügbar sein und den Bearbeitern jeweils Kopien der benötigten Datensätze ausgehändigt werden.

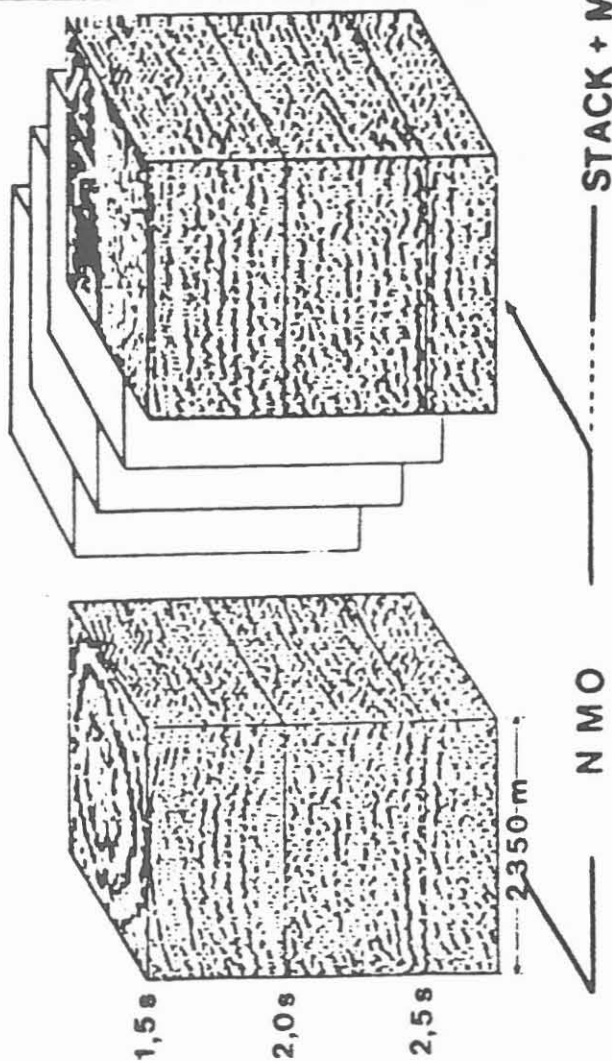
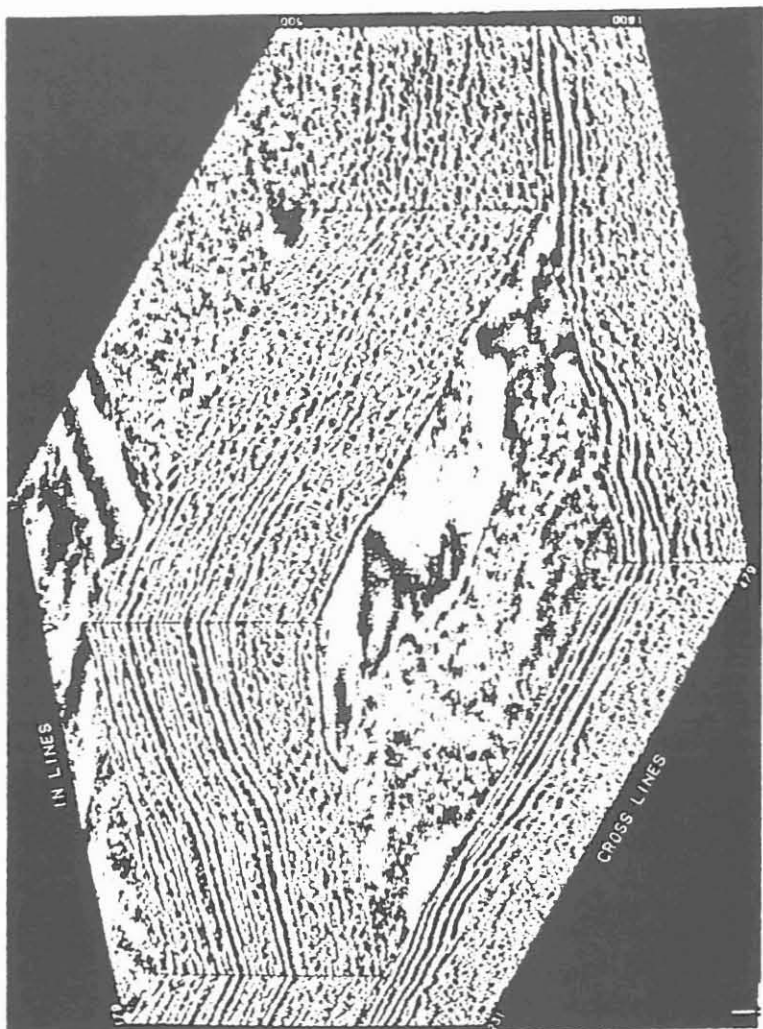


Abb. 6: Links: Darstellung des 3D-Datenblocks einer Einzelanregung. Rechts: Derselbe Block nach Geschwindigkeitskorrektur (NMO) mit Andeutung weiterer miteinander verschachtelter gleich aufgebauter Raumelemente. Deren Superposition (Stack) und Migration ergeben einen Datenblock wie in Abb. 7 dargestellt (nach: DÜRSCHNER, 1984).

Abb. 7: Aufgeschnittener 3D-Datenblock nach Stapelung und Migration (COMSEIS-Verfahren; aus: PRAKLA-SEISMOS Information No. 54).

Interpretation

Die Interpretation wird von einer speziellen Arbeitsgruppe unter Zuhilfenahme der modernen in der Prospektionsseismik üblichen Verfahren (z.B. COMSEIS; s. Abb. 7) vorgenommen werden.

Kosten

Die Gesamtkosten für das vorgestellte Projekt liegen in der Größenordnung von 10 Mio DM und werden vollständig vom Bundesministerium für Forschung und Technologie getragen, dem an dieser Stelle hierfür besonders gedankt sein soll.